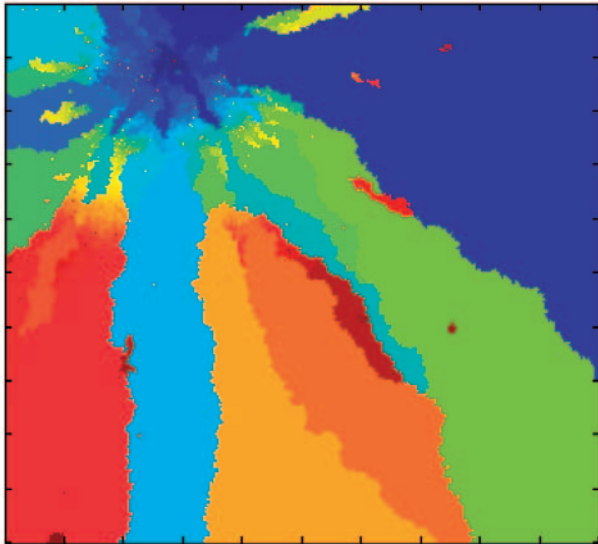


Sprachen im Wettbewerb

Der Wettbewerb zwischen Sprachen, ihr Aussterben und ihre Neubildung, lässt sich in Modellrechnungen simulieren. Ein neues Modell beschreibt auch sehr große Sprachen, die wie das Mandarin-Chinesisch von rund einer Milliarde Menschen gesprochen werden.

Als Menschen aus Sibirien die heutige Beringstraße überquerten und erstmals Alaska besiedelten,



Auf einem Gitter mit 500×500 Plätzen haben sich, beginnend von oben links, verschiedene Sprachen ausgebreitet. Die unterschiedlichen Farben repräsentieren verschiedene Sprachen, sodass Gebiete mit hoher Sprachenvielfalt oder Sprachinseln leicht zu erkennen sind. (Quelle: V. M. de Oliveira et al., [3])

sprachen sie vermutlich eine einzige Sprache. Wie konnten daraus die rund 1000 Sprachen entstehen, die in Nord- und Südamerika vor der Ankunft der Europäer 1492 gesprochen wurden?*) Wissenschaftler analysieren seit langem die Eigenheiten menschlicher Sprachen. In statistischen Erhebungen untersuchte der US-amerikanische Linguist G. K. Zipf schon vor einem halben Jahrhundert, wie häufig einzelne Worte in Sprachen vorkommen. Und wie Kinder ihre Muttersprache lernen, beschrieb der Mathematiker und Chemiker Martin Nowak mit seinen Mitarbeitern vor Jahren bereits durch Differentialgleichungen.

Doch wann stirbt eine Minderheitssprache ganz aus, und unter welchen Bedingungen kann sie sich gegenüber der anfänglichen Mehrheit durchsetzen? Erst im Jahr 2003 gingen die US-Physiker Abrams und Strogatz [1] (letzterer bekannt durch seine „small world“-Netze) solchen Fragen nach: Sie simu-

lierten den Wettbewerb zwischen verschiedenen Sprachen. Die Physiker Patriarca und Leppänen [2] benutzten dieses Modell und simulierten es auf einem quadratischen Gitter.

Viviane de Oliveira und Mitarbeiter [3] haben nun ein neues Modell vorgestellt. Ihre Zielrichtung ist nicht die Simulation der gegenwärtigen Situation, in der etwa alle zehn Tage eine Sprache ausstirbt, sondern vielmehr die Erklärung der Sprachenvielfalt, wie sie sich beispielsweise ausgehend von der Erstbesiedlung eines Kontinentes bis in die heutige Zeit entwickelt hat. Die Autoren waren damit eine von sechs Physik-Gruppen weltweit, die unabhängig voneinander einen solchen Sprachen-Wettbewerb simulierten [4].

Ein großes quadratisches Gitter ist in ihrer Modellwelt der Ort des Sprachenwettbewerbs. Dort kann jeder Platz k genau C_k Leute ernähren. Je nach Klima und Boden gilt $0 < C_k < 100$. Anfangs ist nur ein einziger Gitterplatz bevölkert, mit der Sprache $i=1$. Dann wird bei jedem Zeitschritt ein menschenleerer Nachbarplatz k von einem bereits bevölkerten Gitterplatz erstmals besiedelt, mit einer Wahrscheinlichkeit proportional zu C_k . Auf diesem neuen Platz setzt sich die Sprache einer der vorher bevölkerten Nachbarplätze durch, mit einer Wahrscheinlichkeit proportional zur Zahl der Leute, die schon vorher in dieser Sprache redeten. Hiermit wird simuliert, wie sich große Sprachen gegen kleine durchsetzen.

Damit eine Vielfalt von Sprachen entsteht, kann sich auf jedem Platz die dort gesprochene Sprache i in eine andere Sprache $i+1$ umwandeln; die Wahrscheinlichkeit für eine solche Mutation ist umgekehrt proportional zur Zahl der Leute, die diese Sprache i sprechen. Das Modell ist offensichtlich von der Biologie abgeschaut: Das Prinzip „survival of the fittest“ wird ergänzt durch Mutationen, die zur Bildung neuer Arten führen. Die Simulation endet, wenn alle Gitterplätze besiedelt sind. Ein Endresultat zeigt die Abbildung aus [3], in der verschiedene Sprachen durch verschiedene Farben markiert sind.

Das neue Modell beschreibt die Koexistenz sehr vieler verschiedener Sprachen, wobei die häufigste von annähernd einer Milliarde Menschen gesprochen wird. Dies entspricht der heutigen Realität:

Es existieren fast 10000 Sprachen, Mandarin-Chinesisch ist dabei der Spitzenreiter.

Klassifiziert man die vielen vorhandenen Sprachen nach ihrer Größe, also der Zahl der Leute, die diese Sprache sprechen, so ergibt sich eine gute Übereinstimmung mit der Realität: Es gibt wenige kleine und wenige große Sprachen, mittlere Sprachgemeinschaften sind dagegen häufig. Darüber hinaus liefert das Modell auch eine fraktale Dimension für die Anzahl der Sprachen, die auf einer bestimmten Fläche A gesprochen werden. Diese Zahl ist weder konstant noch proportional zu A , sondern steigt mit einer krummen Potenz von A , deren Exponent etwa 0,4 ist. Der Wert stimmt mit der Realität überein und wurde bislang von keinem der anderen Modelle [4] geliefert. Und diese Simulation ist bisher auch die einzige, die eine Milliarde Menschen mit einer gemeinsamen Sprache ergab, zusammen mit vielen anderen kleineren Sprachen.

Ob man diese Sprach-Simulationen als Teil von Biophysik oder von Soziophysik [5] betrachtet, ist Geschmacksache; am besten ordnet man sie dazwischen ein [6]. Wie sich die Resultate ändern, wenn ein Kontinent nicht erstmals von Menschen besiedelt wird, sondern danach von anderen erobert wird, ist eine der offenen Fragen, zu deren Klärung diese Simulationen sicherlich ebenfalls beitragen werden.

DIETRICH STAUFFER

- [1] D. M. Abrams und S. H. Strogatz, *Nature* **424**, 900 (2003)
- [2] M. Patriarca und T. Leppänen, *Physica A* **338**, 296 (2004)
- [3] V. M. de Oliveira, M. A. F. Gomes und I. R. Tsang, *Physica A* **361**, 361 (2006); V. M. de Oliveira, P. R. A. Campos, M. A. F. Gomes und I. R. Tsang, e-print physics 0510249, *Physica A*
- [4] J. Mira und A. Paredes, *Europhys. Lett.* **69**, 1031 (2005); C. Schulze und D. Stauffer, *Int. J. Mod. Phys. C* **16**, 781 (2005); K. Kosmidis, J. M. Halley und P. Argyrakis, *Physica A* **353**, 595 (2005); J. P. Pinasco und L. Romanelli, *Physica A* **361**, 355 (2006); V. Schwämmle, *Int. J. Mod. Phys. C* **16**, 1519 (2006).
- [5] F. Schweitzer, *Physik Journal*, Mai 2003, S. 33
- [6] D. Stauffer, S. Moss de Oliveira, P. M. C. de Oliveira und J. Sá Martins, *Biology, Sociology, Geology by Computational Physicists*, Elsevier, Amsterdam (2006)

*) In Brasilien sind zwei Drittel von ihnen bereits wieder ausgestorben.